

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 4 月 12 日 (12.04.2001)

PCT

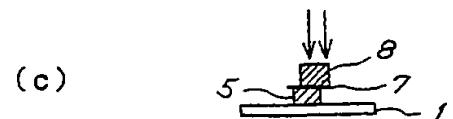
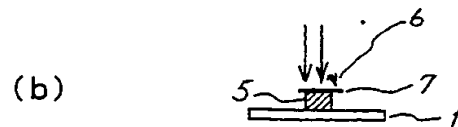
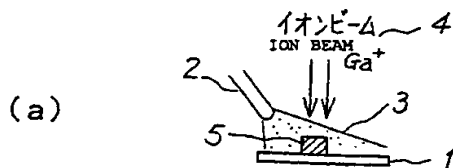
(10) 国際公開番号
WO 01/25504 A1

- (51) 国際特許分類: C23C 16/48, 16/27, B81C 1/00 CORPORATION) [JP/JP]; 〒332-0012 埼玉県川口市本町四丁目1番8号 Saitama (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/05499
- (22) 国際出願日: 2000 年 8 月 17 日 (17.08.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願平11/286337 1999 年 10 月 7 日 (07.10.1999) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 科学技術振興事業団 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 松井真二 (MAT-SUI, Shinji) [JP/JP]; 〒670-0083 兵庫県姫路市辻井七丁目5番23-2号 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 弁理士 清水 守 (SHIMIZU, Mamoru); 〒101-0053 東京都千代田区神田美土代町7番地10 大園ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

[続葉有]

(54) Title: MICRO THREE-DIMENSIONAL STRUCTURE, PRODUCTION METHOD THEREFOR AND PRODUCTION DEVICE THEREFOR

(54) 発明の名称: 微小立体構造物、その製造方法及びその製造装置



(57) Abstract: A micro three-dimensional structure capable of producing a micro three-dimensional structure (μ m- to nm-order outer shape) having a complicated structure, a production method therefor and production device therefor. The production method for the micro three-dimensional structure comprises a step of applying a focused ion beam (4) to a sample (1) while supplying a material gas (3) to form a first-layer deposit (5), a step of releasing secondary electrons (6) from the first-layer deposit (5) hit by ions to allow the secondary electrons (6) to form a terrace (7) on the first-layer deposit (5), a step of deflecting the focused ion beam (4) in a desired direction of the terrace (7) based on a set amount from a focal point position controller, a step of forming a second-layer deposit (8) in a deflected position on the terrace (7) based on the deflection amount, and a step of repeating the above steps to form a set micro three-dimensional structure.

[続葉有]



添付公開 類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

複雑な構造を有する微小立体構造物 (μm 乃至 nm オーダーの外形) を作製することができる微小立体構造物、その製造方法及びその製造装置を提供する。

微小立体構造物の製造方法において、試料(1)上に原料ガス(3)を供給しながら集束イオンビーム(4)を照射し、第1層の堆積物(5)を形成する工程と、この第1層の堆積物(5)にイオンが当たって二次電子(6)を放出し、この二次電子(6)により第1層の堆積物(5)上にテラス(7)を形成する工程と、前記テラス(7)の所望の方向に集束イオンビーム(4)を焦点位置制御装置からの設定量に基づいて振る工程と、その振られた量に基づいて、前記テラス(7)上の変位した位置に第2層の堆積物(8)を形成する工程と、順次上記工程を繰り返し、設定された微小立体構造物を形成する工程とを施す。

明 細 書

微小立体構造物、その製造方法及びその製造装置

技術分野

本発明は、外形の大きさが数 μm から nm オーダーの立体構造物を、 CVD 法、特に集束イオンビーム法を用いて製造する微小立体構造物、その製造方法及びその製造装置に関するものである。

背景技術

微小立体構造物の製造品としては、例えば、ギア、ベロース、コイル、ドリル、ナイフ等があり、マイクロマシーンとして使われる。 DNA ハンドリング微細工具、マイクロエンジン、マイクロシャッターや、走査型プローブ顕微鏡の探針にも適用できる。

一方、直接描画で三次元リソグラフィーが半導体の高集積化を目的に研究されているが、この分野にも関連するものである。

CVD を用いて微小立体構造物を作製する方法としては、光（レーザー）、集束電子ビーム、集束イオンビームを用いた三種類があり、リソグラフィーや回折格子作製等において、基板に対して主に垂直な、縦方向の堆積物による立体構造物を作っている。

発明の開示

しかしながら、光 CVD は、その波長に依存するビームの太さに制約されるため、ナノ構造の立体物の作製には限界があり、また、三次元的に横方向に曲げるためにはステージを傾ける必要がある。

一方、集束電子ビームは集束イオンビームと同様、数 nm のビーム径が得られ、微小構造物の製造に適している。また、共に電場・磁場でビームを振ることが可能であるため、立体構造物を作るのにステージを傾ける必要がない。しかしながら、電子はイオンに比してその質量が軽いため、飛程が大きく、そのため電子が

堆積された立体物を突き抜け、基板まで電子が到達することで不要な所に堆積が起こるといった問題があった。

本発明は、上記状況に鑑みて、複雑な構造を有する微小立体構造物（ μm 乃至 nm オーダーの外形）を作製することができる微小立体構造物、その製造方法及びその製造装置を提供することを目的とする。

本発明は、上記目的を達成するために、

〔１〕微小立体構造物の製造方法において、（ａ）試料上に原料ガスを供給しながら集束イオンビームを照射し、堆積物を形成する工程と、（ｂ）前記堆積物にイオンが当たって二次電子を放出し、その二次電子により前記堆積物上にテラスを形成する工程と、（ｃ）前記テラスの所望の方向に集束イオンビームを焦点位置制御装置からの設定量に基づいて振る工程と、（ｄ）この振られた量に基づいて、前記テラス上の変位した位置に上層の堆積物を形成する工程と、（ｅ）順次上記（ｂ）から（ｄ）工程を繰り返し、設定された微小立体構造物を形成する工程とを施すことを特徴とする。

〔２〕上記〔１〕記載の微小立体構造物の製造方法において、ビーム源は液体金属イオンとしての Ga^+ 、 Si^+ 、 Si^{++} 、 Be^+ 、 Be^{++} 、 Au^+ 、 Au^{++} 、又はガスイオン源としての H^+ 、 He^+ であることを特徴とする。

〔３〕上記〔１〕記載の微小立体構造物の製造方法において、前記原料ガスは有機金属ガスとしての WF_6 、 $\text{W}(\text{CO})_6$ 、 $\text{Mo}(\text{CO})_6$ 、 $\text{Fe}(\text{CO})_5$ 、 $\text{Ni}(\text{CO})_4$ 、 $\text{Au}(\text{CH}_3)_2(\text{AcAc})$ 、 $\text{Cu}(\text{HFACAc})_2$ 、 $\text{Al}(\text{CH}_3)_2$ であることを特徴とする。

〔４〕上記〔１〕記載の微小立体構造物の製造方法において、前記原料ガスは有機ガスとしてのピレン（ $\text{C}_{16}\text{H}_{10}$ ）、スチレン（ C_8H_8 ）、 HMDS 、 HMC TS であることを特徴とする。

〔５〕微小立体構造物の製造装置において、温度可変試料ステージ上に搭載される試料と、集束イオンビーム源と、ガス供給装置と、集束イオンビームの焦点位置制御装置とを備え、集束イオンビーム CVD により前記試料上に堆積物を形成し、この堆積物上にテラスを形成し、このテラスの所望の方向に集束イオンビームを前記焦点位置制御装置からの設定量に基づいて順次振りながら上層の堆積

物を形成し、設定された微小立体構造物を形成することを特徴とする。

〔 6 〕 上記〔 1 〕記載の微小立体構造物の製造方法によって得られた微小立体構造物の外形寸法が数 μm から nm のオーダーのコイルである。

〔 7 〕 上記〔 6 〕記載の微小立体構造物において、微小立体構造物が、直径 $0.6\mu\text{m}$ 、線径 $0.08\mu\text{m}$ のマイクロコイルであることを特徴とする。

〔 8 〕 上記〔 1 〕記載の微小立体構造物の製造方法によって得られた微小立体構造物の外形寸法が数 μm から nm のオーダーのベローズである。

〔 9 〕 上記〔 8 〕記載の微小立体構造物において、微小立体構造物が外径 $2.75\mu\text{m}$ 、高さ $6.1\mu\text{m}$ 、肉厚 $0.1\mu\text{m}$ 強のマイクロベローズであることを特徴とする。

〔 10 〕 上記〔 1 〕記載の微小立体構造物の製造方法によって得られた微小立体構造物の外形寸法が数 μm から nm のオーダーのドリルである。

〔 11 〕 上記〔 10 〕記載の微小立体構造物において、微小立体構造物が、外径が $0.1\mu\text{m}$ のマイクロドリルであることを特徴とする。

〔 12 〕 上記〔 1 〕記載の微小立体構造物の製造方法によって得られた微小立体構造物の外形寸法が数 μm のオーダーのウィングラスである。

〔 13 〕 上記〔 12 〕記載の微小立体構造物において、微小立体構造物が、外径 $2.75\mu\text{m}$ 、高さ約 $12\mu\text{m}$ のマイクロウィングラスであることを特徴とする。

〔 14 〕 上記〔 1 〕記載の微小立体構造物の製造方法によって得られた微小立体構造物が、有機ガスとしてピレン ($\text{C}_{16}\text{H}_{10}$) を用いて、加速電圧 30 kV の Ga^+ 集束イオンビームによるダイヤモンドライクカーボンである。

図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の実施例を示す微小立体構造物の概略製造工程原理図である。

第 2 図は、FIB CVD 微小立体構造物の作製原理に基づいて空間中に作製した微小立体構造物の一例を示す図である。

第 3 図は、本発明に係る集束イオンビーム・アシスト・CVD（マスキレス堆積）法の原理説明図である。

第4図は、本発明に係る微小立体構造物の製造装置のシステム構成図である。

第5図は、本発明の第1実施例を示す微小立体構造物の説明図である。

第6図は、本発明の第2実施例を示す微小立体構造物の説明図である。

第7図は、本発明の第3実施例を示す微小立体構造物の説明図である。

第8図は、本発明の第4実施例を示す微小立体構造物の説明図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

第1図は本発明の実施例を示す微小立体構造物の概略製造工程原理図である。

(1) まず、第1(a)図に示すように、試料(基板)1上にノズル2から原料ガス3を供給しながら集束イオンビーム4を照射、つまり、集束イオンビーム・アシスト・CVDを施し、第1層の堆積物5を形成する。

(2) すると、第1(b)図に示すように、イオンが第1層の堆積物5に当たって二次電子6を放出して、その二次電子6により、テラス7が形成される。

(3) 次に、第1(c)図に示すように、そのテラス7の所望の方向に集束イオンビーム4を振る。すると、その振った量だけ、そのテラス7上の変位した位置に第2層の堆積物8を形成することができる。

第1図で説明した微小立体構造の作製原理図を用いて実際に作製した微小立体構造物の作製プロセスを第2図を参照しながら説明する。

(1) まず、堆積したいシリコン基板100上にカーボン(C)ソースとしてピレン($C_{16}H_{10}$)を、ノズルより供給しながら加速電圧30kVの Ga^+FI Bをシリコン基板100上に垂直方向に照射し、そのシリコン基板100に垂直方向にカーボン柱101(直径0.08 μm)を形成する。

(2) その後、第1図に示した原理に基づき、イオンビームをカーボン柱101上でわずかに変位させることにより、イオン照射により発生した数eVのエネルギーを持つ2次電子の拡がりにより、イオンビーム走査方向に数10nmオーダーのテラスが形成される。テラスが十分に形成された後、ビームを2次電子の拡がり以下の範囲で走査(数10nm以内)し、ビーム移動後テラスが十分に形成された後、さらにビームを2次電子の拡がり以下の範囲で走査する。

この工程を繰り返すことにより、空間中にカーボン柱102、さらなるビーム移動により、カーボン柱103、104、105、106、107、108、109、110と、次々に空間中にイオンビーム移動に対応した、連続したカーボン柱の微小立体構造物を製造することができる。

以下、詳細にその説明を行う。

第3図は本発明に係る集束イオンビーム・アシスト・CVD（マスクレス堆積）法の原理説明図である。

この図において、試料11上にWフィルム12を堆積した後、そのWフィルム12に集束イオンビームCVDを行う。例えば、ノズル13から有機金属ガスとしてのW(CO)₆ガス14を供給するとともに、集束イオンビーム(Ga⁺)15を照射する。

すると、W(CO)₆ガス14に集束イオンビーム(Ga⁺)15が作用してW+6CO↑が生じる。なお、16はW(CO)₆分子であり、また、集束イオンビームCVDによったWフィルムの導電率は、100～200 μΩ・cmである。

ここで、本発明における集束イオンビームCVDの実施例について説明する。

(A) ビーム源としては、液体金属イオン(Ga⁺、Si⁺、Si⁺⁺、Be⁺、Be⁺⁺、Au⁺、Au⁺⁺等)又は、ガスイオン源(H⁺、He⁺等)を用いる。

(B) 原料ガスとしては有機金属ガス〔WF₆、W(CO)₆、Mo(CO)₆、Fe(CO)₅、Ni(CO)₄、Au(CH₃)₂(AcAc)、Cu(HFACAc)₂Al(CH₃)₂等〕あるいは有機ガス〔ピレン(C₁₆H₁₀)、スチレン(C₈H₁₀)、HMDS、HMCTS等〕を用いる。

(C) 最小ビーム径は、5～10 nmである。

(D) 特徴点としては、

- ①最小ビーム径が細く超微小立体構造物の作製に有利である。
- ②電場・磁場で方向制御が可能であり、ビーム操作のみで自由な立体構造物を作製することができる。
- ③質量が電子に比して重い。
- ④飛程レンジが小である。例えば30 kV、Ga⁺、Si⁺で50 nm以下

である。

⑤堆積したい部分のみに堆積できるという局所的限定が可能である。

このように、

(a) イオンビーム、例えば、Ga⁺が基板に到達し、有機金属ガスとの表面反応により堆積物が形成されていく。垂直方向の成長はビームのフォーカス点を上へあげていく。

(b) イオンビームの衝突により二次電子が放出され、堆積物の先端にテラスが形成される。

(c) そのテラス上で僅かビームをシフトさせ、次の成長を起こす。

なお、電子CVDでは電子がテラスを突き抜けて、不要箇所に電子が到達し、不要堆積物を作るといった問題があるが、イオンビームCVDの場合には、電子に比べてその飛程が桁違いに小さいためそのような不要堆積物が形成されることはなく、良好な微小立体構造物を作製することができる。

製造は上記した順序で行うが、前記ビームのコントロールはコンピュータを用いて制御する。つまり、ビームコントロールを行うコンピュータシステムを構築する。

第4図は本発明に係る微小立体構造物の製造装置のシステム構成図である。

この図において、21はGa液体金属イオン源、22はコンデンサレンズ、23はビームブランカー、24はアライナー、25は可変絞り、26はスティンギンメーター／アライナー、27は対物レンズ、28は走査電極、30は試料ステージ、31は試料、32は二次電荷粒子検出器、33はガス供給装置であり、このガス供給装置33はリザーバー34、ヒーター35等を有しており、この構成は、LSIの加工に用いられるFIBによるマスクレスデポジション装置と同様である。なお、各部の制御系は省略されている。

この図に示すように、本発明においては、対物レンズ27及び走査電極28にイオンビームの焦点位置制御装置40を接続して、微細な焦点位置の制御を行わせる。その焦点位置制御装置40は、CPU（中央処理装置）41と微小立体構造物を作製するための三次元位置データメモリ42と表示装置43と入出力用インタフェース44、入出力装置45とを有している。

ここでは、通常Gaの液体金属イオン源21を用いて、加速電圧30kVで使用する。ビーム電流は10pA程度の高い値が要求される。また、デポジションに必要なガス供給装置33を備えており、原料となるピレン($C_{16}H_{10}$)をリザーバー34に入れて、ヒーター35によりリザーバー34及びガスの経路を加熱して、昇華させる。

以下、具体的な微小立体構造物の実施例について説明する。

以下の微小立体構造物は、それぞれ、有機ガスは主にC系統を、金属イオンは一価のGaイオンを用いて試作されたものである。この実施例では、有機ガスとしてピレン($C_{16}H_{10}$)を用いて、加速電圧30kVのGa⁺FIBで、CVDにより作製した膜は、ラマン分光分析により、ダイヤモンドライクカーボンであることを確認している。

第5図は本発明の第1実施例を示す微小立体構造物の説明図である。

この実施例では、有機ガスは主にC系統を、金属イオンは一価のGaイオンを用いて、2分間で3回転(40秒周期)で、直径 ϕ_1 は0.6 μ m、線径 ϕ_2 は0.08 μ mのコイル51を作製できた。このようにして作製されるカーボンマイクロコイルは、医療機器の誤動作などを起こす電磁波吸収に効果的なデバイスとして利用できる。

第6図は本発明の第2実施例を示す微小立体構造物の説明図である。

この実施例では、加速電圧30kVのGa⁺FIB、ビーム電流16pA、300秒で、外径 ϕ_3 は2.75 μ m、高さ h_1 は6.1 μ m、肉厚 d_1 は0.1 μ m強のベローズ52を作製できた。このようにして作製されるマイクロベローズは、マイクロシステムを構築する場合、寸法合わせに必須のものである。

第7図は本発明の第3実施例を示す微小立体構造物の説明図である。

この実施例では、有機ガスは主にW系統を、金属イオンは一価のGaイオンを用いて、外径 ϕ_4 が0.1 μ mのドリル53を作製できた。このようにして作製されるマイクロドリルを、マイクロモータの先端に装着することにより、微小な穴あけができる。例えば、血管に赤血球より小さな穴をあけることができ、薬剤注入時に出血を抑えることができる。

第8図は本発明の第4実施例を示す微小立体構造物の説明図である。

この実施例では、加速電圧 30 kV の Ga⁺ FIB、ビーム電流 16 pA、600 秒で、外径 ϕ_s が 2.75 μm 、高さ h_z が約 12 μm のマイクロウィングラス 54 を作製できた。

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、複雑な構造を有する微小立体構造物 (μm 乃至 nm オーダーの外形) を作製することができる。

産業上の利用可能性

本発明は、複雑な構造を有する微小立体構造物の作製分野に好適であり、例えば半導体製造プロセスへの応用が可能である。

請 求 の 範 囲

1. 微小立体構造物の製造方法において、
 - (a) 試料上に原料ガスを供給しながら集束イオンビームを照射し、堆積物を形成する工程と、
 - (b) 前記堆積物にイオンが当たって二次電子を放出し、該二次電子により前記堆積物上にテラスを形成する工程と、
 - (c) 前記テラスの所望の方向に集束イオンビームを焦点位置制御装置からの設定量に基づいて振る工程と、
 - (d) 該振られた量に基づいて、前記テラス上の変位した位置に上層の堆積物を形成する工程と、
 - (e) 順次上記(b)から(d)工程を繰り返し、設定された微小立体構造物を形成する工程とを施すことを特徴とする微小立体構造物の製造方法。
2. 請求項1記載の微小立体構造物の製造方法において、ビーム源としては、液体金属イオンとしての Ga^+ 、 Si^+ 、 Si^{++} 、 Be^+ 、 Be^{++} 、 Au^+ 、 Au^{++} 、又はガスイオン源としての H^+ 、 He^+ であることを特徴とする微小立体構造物の製造方法。
3. 請求項1記載の微小立体構造物の製造方法において、前記原料ガスは、有機金属ガスとしての WF_6 、 $W(CO)_6$ 、 $Mo(CO)_6$ 、 $Fe(CO)_5$ 、 $Ni(CO)_4$ 、 $Au(CH_3)_2(AcAc)$ 、 $Cu(HFAcAc)_2$ 、 $Al(CH_3)_3$ であることを特徴とする微小立体構造物の製造方法。
4. 請求項1記載の微小立体構造物の製造方法において、前記原料ガスは、有機ガスとしてのピレン($C_{16}H_{10}$)、スチレン(C_8H_8)、HMDS、HMCTSであることを特徴とする微小立体構造物の製造方法。
5. 微小立体構造物の製造装置において、
 - (a) 温度可変試料ステージ上に搭載される試料と、
 - (b) 集束イオンビーム源と、
 - (c) ガス供給装置と、
 - (d) 集束イオンビームの焦点位置制御装置とを備え、

(e) 集束イオンビーム CVD により前記試料上に堆積物を形成し、該堆積物上にテラスを形成し、該テラスの所望の方向に集束イオンビームを前記焦点位置制御装置からの設定量に基づいて順次振りながら上層の堆積物を形成し、設定された微小立体構造物を形成することを特徴とする微小立体構造物の製造装置。

6. 請求項 1 記載の微小立体構造物の製造方法によって得られた微小立体構造物の外形寸法が数 μm から nm のオーダーのコイルである微小立体構造物。

7. 請求項 6 記載の微小立体構造物において、微小立体構造物が、直径 $0.6 \mu\text{m}$ 、線径 $0.08 \mu\text{m}$ のマイクロコイルであることを特徴とする微小立体構造物。

8. 請求項 1 記載の微小立体構造物の製造方法によって得られた微小立体構造物の外形寸法が数 μm から nm のオーダーのベローズである微小立体構造物。

9. 請求項 8 記載の微小立体構造物において、微小立体構造物が外径 $2.75 \mu\text{m}$ 、高さ $6.1 \mu\text{m}$ 、肉厚 $0.1 \mu\text{m}$ 強のマイクロベローズであることを特徴とする微小立体構造物。

10. 請求項 1 記載の微小立体構造物の製造方法によって得られた微小立体構造物の外形寸法が数 μm から nm のオーダーのドリルである微小立体構造物。

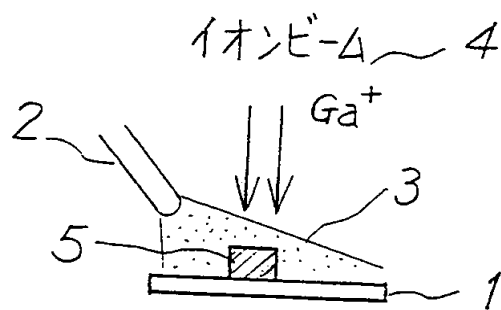
11. 請求項 10 記載の微小立体構造物において、微小立体構造物が、外径が $0.1 \mu\text{m}$ のマイクロドリルであることを特徴とする微小立体構造物。

12. 請求項 1 記載の微小立体構造物の製造方法によって得られた微小立体構造物の外形寸法が数 μm のオーダーのウィングラスである微小立体構造物。

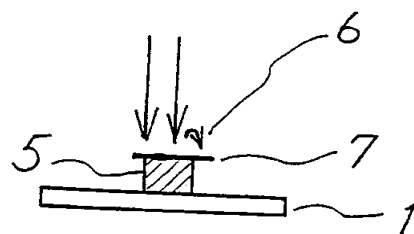
13. 請求項 12 記載の微小立体構造物において、微小立体構造物が、外径 $2.75 \mu\text{m}$ 、高さ約 $12 \mu\text{m}$ のマイクロウィングラスであることを特徴とする微小立体構造物。

14. 請求項 1 記載の微小立体構造物の製造方法によって得られた微小立体構造物が、有機ガスとしてピレン ($\text{C}_{16}\text{H}_{10}$) を用いて、加速電圧 30 kV の Ga^+ 集束イオンビームによるダイヤモンドライクカーボンである微小立体構造物。

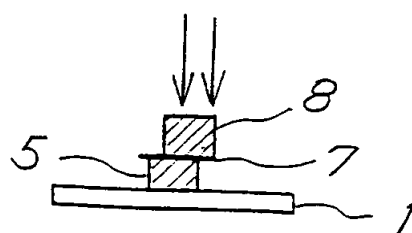
第1 (a) 図



第1 (b) 図

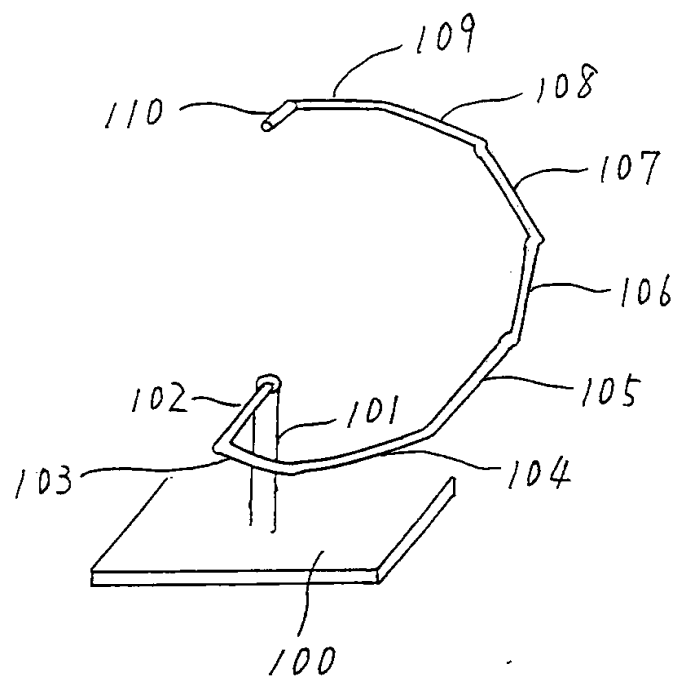


第1 (c) 図

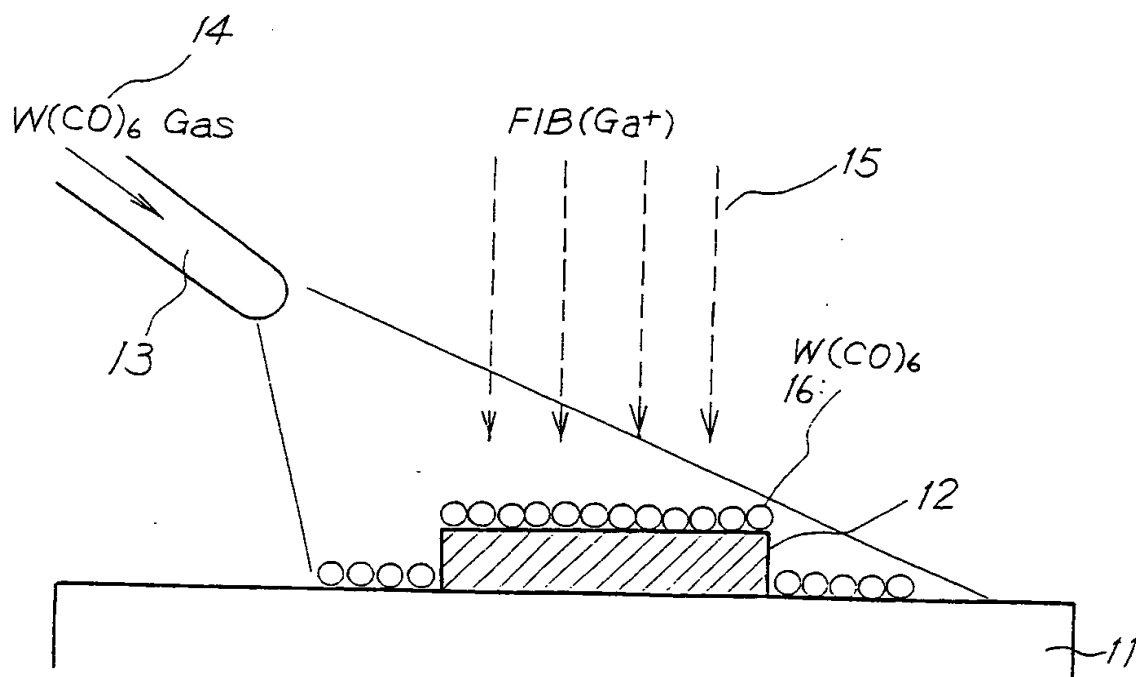


THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 2 図

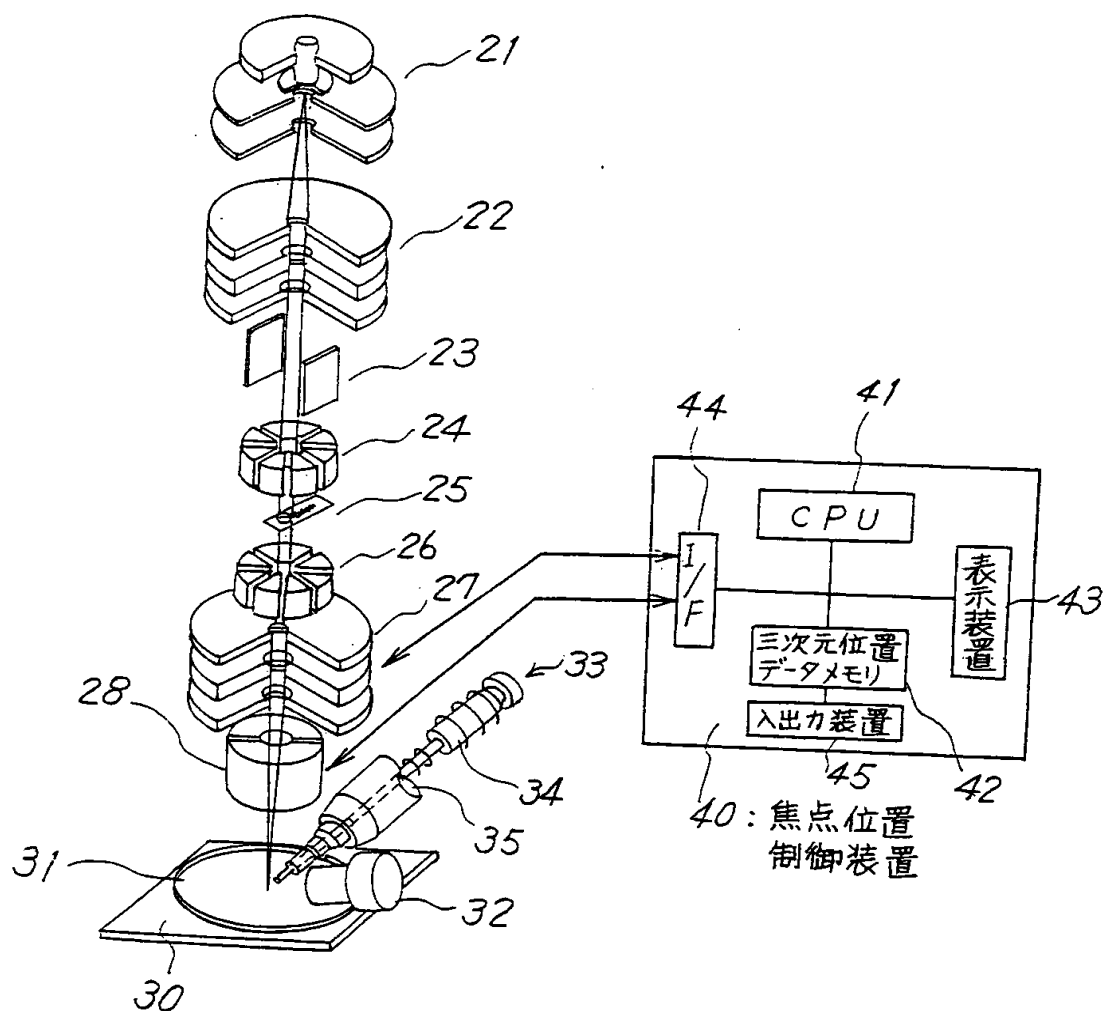


第 3 図



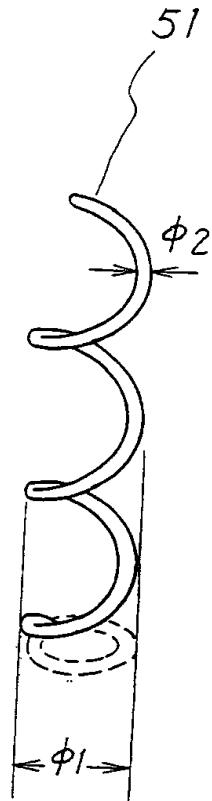
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 4 図



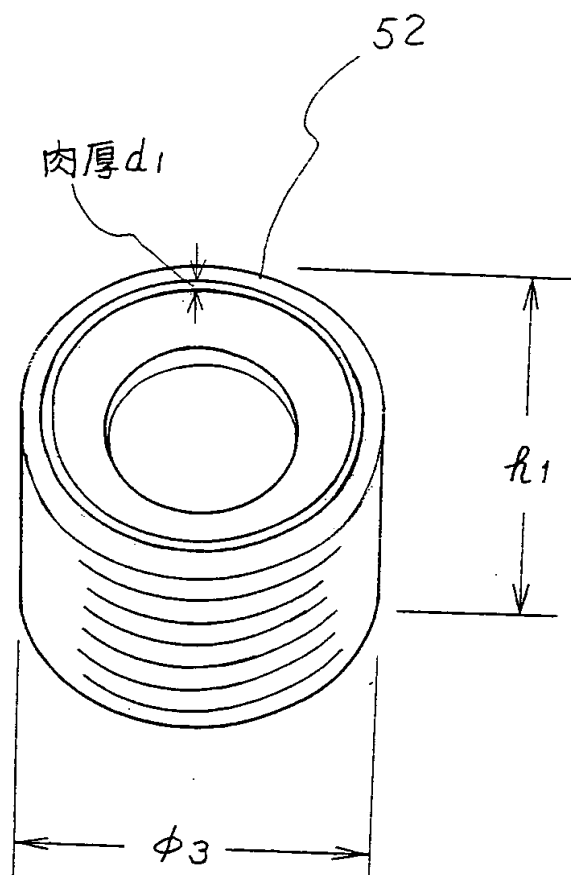
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 5 図



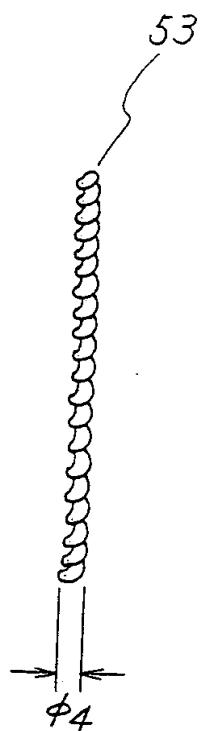
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 6 図

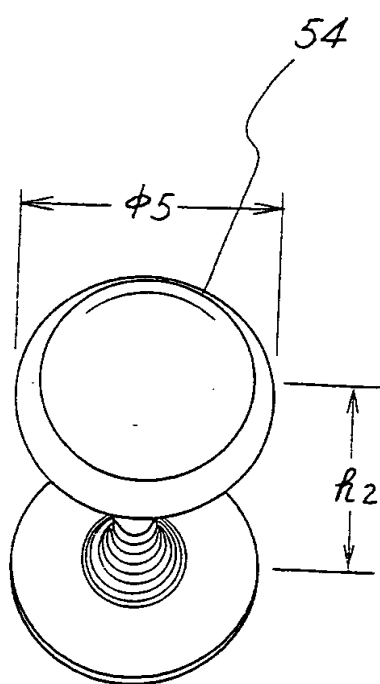


THIS PAGE BLANK (USPTO)

第 7 図



第 8 図



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/05499

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C23C16/48, C23C16/27, B81C1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C23C16/00-56, B81B1/00-7/00, B81C1/00-5/00, B01J19/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST(JOIS) ION BEAM, FIB, MICRO MACHINE, MICROSTRUCTURE BODY, TERRACE, NANO
(in Japanese)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP, 710057, A1 (EBARA CORPORATION), 18 October, 1995 (18.10.95), Claims; FIG.21, & US, 5989779, A & JP, 8-170163, A Claims; Column 2, lines 32 to 34; Fig. 1	1-14
A	JP, 10-163201, A (Seiko Instruments Inc.), 19 June, 1998 (19.06.98), Claims; working example (Family: none)	1-14
P,A	JP, 2967198, B1 (Kagaku Gijutsucho Kinzoku Zairyo Kenkyushocho), 25 October, 1999 (25.10.99), Column 6, lines 30 to 42 (Family: none)	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 November, 2000 (15.11.00)Date of mailing of the international search report
28 November, 2000 (28.11.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/05499

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C23C16/48, C23C16/27, B81C1/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C23C16/00-56, B81B1/00-7/00, B81C1/00-5/00, B01J19/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年

国際調査で使った電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
 JICST(OIS) オペレータ、FIB、マイクロソフ、マイクロ構造体、微小構造体、ガラス、ナノ

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号 関連する
----------------	-----------------------------------	------------------

A	EP, 710057, A1, (EBARA CORPORATION), 18.10月.1995 (18.10.95), Claims欄, FIG21, & US, 5989779, A, & JP, 8-170163, A, 特許請求の範囲, 2欄32~34行, 図1	1-14
---	---	------

A	JP, 10-163201, A, (セイコーインスツルメント株式会社), 19.6月.1998年 (19.06.98), 特許請求の範囲, 実施例欄, (フミシ-なし)	1-14
---	---	------

P, A	JP, 2967198, B1, (科学技術庁金属材料技術研究所長), 25.10月.1999年 (25.10.99), 6欄30~42行, (フミシ-なし)	1-14
------	---	------

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等而言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願
 「&」同一パテントファミリー文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.11.00

国際調査報告の発送日

28.11.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 宮澤 尚之



4G 9278

電話番号 03-3581-1101 内線 3416

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 JST-18-PCT	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JP00/05499	国際出願日 (日.月.年) 17.08.00	優先日 (日.月.年) 07.10.99	
出願人 (氏名又は名称) 科学技術振興事業団			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (PCT18条) の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない (第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している (第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。
☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。
☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条 (PCT規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、
第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。 ☐ なし
☐ 出願人は図を示さなかった。
☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C23C16/48, C23C16/27, B23B27/52, B81C1/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C23C16/00-56, B81B1/00-7/00, B81C1/00-5/00, B01J19/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICST(JOIS) イオンビーム、FIB、マイクロマシン、マイクロ構造体、微小構造体、テラス、ナノ

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP,710057,A1,(EBARA CORPORATION),18.10月.1995(18.10.95),Claims欄,FIG21,&US,5989779,A,&JP,8-170163,A,特許請求の範囲,2欄32~34行,図1	1-14
A	JP,10-163201,A,(セイコーインスツルメント株式会社),19.6月.1998年(19.06.98),特許請求の範囲,実施例欄,(ファミリーなし)	1-14
P,A	JP,2967198,B1,(科学技術庁金属材料技術研究所長),25.10月.1999年(25.10.99),6欄30~42行,(ファミリーなし)	1-14

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 11. 00

国際調査報告の発送日

28.11.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

宮澤 尚之

4G

9278

電話番号 03-3581-1101 内線 3416



THIS PAGE BLANK (USPIC)

REC'D 20 JUL 2001

WIPO

PCT

PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
〔PCT36条及びPCT規則70〕

出願人又は代理人 の書類記号 JST-18-PCT	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/05499	国際出願日 (日.月.年) 17.08.00	優先日 (日.月.年) 07.10.99
国際特許分類(IPC) Int. Cl ⁷ C23C16/48, C23C16/27, B81C1/00		
出願人(氏名又は名称) 科学技術振興事業団		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。
- ☐ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
この附属書類は、全部で ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
- II ☐ 優先権
- III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
- IV ☐ 発明の単一性の欠如
- V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- VI ☐ ある種の引用文献
- VII ☐ 国際出願の不備
- VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 25.04.01	国際予備審査報告を作成した日 06.07.01	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 宮澤 尚之	4G 9278
電話番号 03-3581-1101 内線 3416		

THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
 PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

☐ 明細書 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 請求の範囲 第 _____ 項、 出願時に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 請求の範囲 第 _____ 項、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 図面 第 _____ ページ/図、 出願時に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 図面 第 _____ ページ/図、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

☐ 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 出願時に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
 明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、 _____ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならない、本報告に添付する。)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性(N)	請求の範囲	1-14	有
	請求の範囲		無
進歩性(IS)	請求の範囲	1-14	有
	請求の範囲		無
産業上の利用可能性(IA)	請求の範囲	1-14	有
	請求の範囲		無

2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

請求の範囲1～14に係る発明は、国際調査報告で引用された文献に対して、新規性および進歩性を有する。特に、集束イオンビームCVDにより堆積物を形成し、該堆積物にテラスを形成し、該テラスの所望方向に集束イオンビームを設定量に基づいて順次振りながら該テラス上に上層の堆積膜を形成する点については、何れの文献に開示されていないし、また、自明であるとも言えない。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference JST-18-PCT	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/05499	International filing date (day/month/year) 17 August 2000 (17.08.00)	Priority date (day/month/year) 07 October 1999 (07.10.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C23C 16/48, 16/27, B81C 1/00		
Applicant JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 3 sheets, including this cover sheet.
- ☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of _____ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 25 April 2001 (25.04.01)	Date of completion of this report 06 July 2001 (06.07.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/05499

I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the claims:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the drawings:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
 pages _____, as originally filed
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item. These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished by _____ to this Authority in computer readable form.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

ational application No.

PCT/JP00/05499

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

The inventions relating to claims 1 to 14 appear to possess novelty and involve an inventive step over the documents cited in the ISR. Specifically, none of the documents cited in the ISR discloses the point about forming a deposit using focused ion beam CVD, forming a terrace on this deposit, and deflecting the focused ion beam in a desired direction of the terrace based on a set amount to form an upper-layer deposited film on the terrace, nor is this point obvious to a party skilled in the art.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
 US Department of Commerce
 United States Patent and Trademark
 Office, PCT
 2011 South Clark Place Room
 CP2/5C24
 Arlington, VA 22202
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE
 in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 05 July 2001 (05.07.01)	
International application No. PCT/JP00/05499	Applicant's or agent's file reference JST-18-PCT
International filing date (day/month/year) 17 August 2000 (17.08.00)	Priority date (day/month/year) 07 October 1999 (07.10.99)
Applicant MATSUI, Shinji	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

25 April 2001 (25.04.01)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer H. Zhou
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)